

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 504 740**

21 Número de solicitud: 201400435

51 Int. Cl.:

**C08L 77/00** (2006.01)

**C08K 3/10** (2006.01)

**C08K 3/18** (2006.01)

**E01B 3/00** (2006.01)

12

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**27.05.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**08.10.2014**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA (100.0%)**  
**Pabellón de Gobierno, Avda. de los Castros s/n**  
**39005 Santander (Cantabria) ES**

72 Inventor/es:

**GUTIÉRREZ-SOLANA SALCEDO, Federico;**  
**CASADO DEL PRADO, Jose Antonio;**  
**CARRASCAL VAQUERO, Isidro Alfonso;**  
**POLANCO MADRAZO, Juan Antonio y**  
**DIEGO CAVIA, Soraya**

54 Título: **Uso de materiales de cambio de fase en polímeros termoplásticos**

57 Resumen:

Uso de materiales de cambio de fase en polímeros termoplásticos.

La presente invención se refiere a piezas conformadas por una resina termoplástica caracterizada porque en su matriz y/o en su superficie comprende al menos un material inorgánico con cambio de fase y porque la temperatura de transición vítrea de la resina termoplástica (calculada por DSC) es de 2 a 20°C mayor que la temperatura de fusión del material inorgánico con cambio de fase.

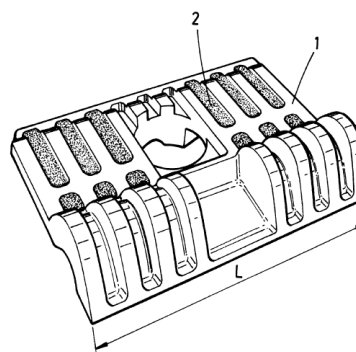


FIG.1

## DESCRIPCIÓN

### USO DE MATERIALES DE CAMBIO DE FASE EN POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS

5 La presente invención se refiere al uso de materiales de cambio de fase en polímeros termoplásticos. Por tanto, la invención se podría encuadrar en el campo de la ciencia y tecnología de materiales más concretamente en el campo de los materiales poliméricos termoplásticos.

### ESTADO DE LA TÉCNICA

10

Los polímeros termoplásticos sometidos a esfuerzos mecánicos cíclicos pueden ver mermada su resistencia a la fatiga por la aparición de fisuras. El esfuerzo mecánico cíclico produce un aumento de la temperatura que modifica la flexibilidad y el comportamiento mecánico de estos materiales.

15

La utilización de polímeros termoplásticos en piezas ingenieriles queda restringida cuando se alcanzan valores de temperatura que exceden la de transición vítrea  $T_g$ , característica de cada material. Por ejemplo, en el caso de la poliamida 6.6 (PA 6.6) seca, la  $T_g$  (calculada por DSC, del inglés *Differential Scanning Temperature*, con una rampa de calentamiento de 20  $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$  en atmosfera de nitrógeno) se establece en  $53^{\circ}\text{C}$ , lo que quiere decir que cuando la pieza alcanza temperaturas superiores, pueden aparecer defecto que empeoren las propiedades mecánicas de la misma.

25

En general, cuando se emplean piezas poliméricas, es habitual para aumentar su temperatura de utilización recurrir al incremento del porcentaje de su refuerzo fibrado, por ejemplo con fibras de vidrio, si bien, esta circunstancia penaliza la tenacidad del material compuesto.

30

Por tanto, es necesario aumentar el intervalo de temperaturas operacionales de piezas poliméricas ingenieriles de una manera que no implique un aumento de fragilidad del mismo.

Los materiales con cambio de fase (PCM, del inglés *Phase Change Material*) son materiales con alto calor latente que a la temperatura de cambio de fase (sólido ↔ líquido) almacenan o liberan grandes cantidades de energía.

5 Durante el cambio de fase, la temperatura se mantiene constante mientras que el material va absorbiendo o liberando energía. La principal aplicación de estos PCM es su uso en construcción para la acumulación de energía térmica (Sharma *et al.*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, (2009), 318-345).

10

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al uso de materiales de cambio de fase en polímeros termoplásticos.

15

Las piezas de la invención tienen las siguientes ventajas:

- presentan mayor resistencia a la fatiga que piezas de la misma resina termoplástica sin materiales inorgánicos con cambio de fase;
- 20 - los materiales con cambio de fase que se pueden utilizar en la invención son abundantes;
- el procedimiento de obtención de las piezas de la invención es simple y no requiere grandes adaptaciones en la producción de dichas piezas;
- la pequeña cantidad del material con cambio de fase a incorporar, no influiría
- 25 de forma significativa en el coste final de las piezas.

25

Por tanto, un primer aspecto de la presente invención se refiere a una pieza conformada por una resina termoplástica caracterizada porque en su matriz y/o en su superficie comprende al menos un material inorgánico con cambio

30 de fase; y

la temperatura de transición vítrea de la resina termoplástica, calculada por DSC con una rampa de calentamiento de 10°C/min en atmósfera de nitrógeno,

es de 2 a 20°C mayor que la temperatura de fusión del material inorgánico con cambio de fase.

5 Por material inorgánico con cambio de fase se entiende materiales inorgánicos con alto calor latente que a la temperatura de cambio de fase almacenan o liberan grandes cantidades de energía. Se clasifican entre hidratos y metales.

10 En una realización del primer aspecto de la presente invención, la temperatura de transición vítrea de la resina termoplástica, calculada por DSC con una rampa de calentamiento de 10°C/min en atmósfera de nitrógeno, es de 5°C a 10°C mayor que la temperatura de fusión del material inorgánico con cambio de fase.

15 En una realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica se selecciona de poliamida, polioximetileno, polietileno, polipropileno, poliestireno, acrilonitrilo-butadieno-estireno, poliacrilonitriloacrilonitrilo-estireno-acrilato, policloruro de vinilo, polifenileno sulfuro, polimetilmetacrilato, policarbonatos, polietilenotereftalato, tereftalato de polibutileno, elastómeros termoplásticos y cualquiera de sus mezclas,  
20 preferiblemente la resina termoplástica se selecciona de acrilonitrilo-butadieno-estireno, poliacrilonitrilo, poliestireno, policloruro de vinilo, polifenileno sulfuro, polietilenotereftalato, polimetilmetacrilato y poliamida, más preferiblemente la resina termoplástica es poliamida, y aún más preferiblemente la resina termoplástica se selecciona de poliamida 6.6,  
25 poliamida 11 y poliamida 6.10.

En una realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es poliamida reforzada con fibra de vidrio, ya que es un polímero ingenieril habitualmente empleado en aplicaciones técnicas de alta  
30 responsabilidad.

En una realización del primer aspecto de la presente invención, el material inorgánico con cambio de fase es un hidrato. Preferiblemente el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de los hidratos de la siguiente lista, y cualquiera de sus combinaciones:

5

PCM inorgánico hidrato	$T_f^*$ (°C)
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	117,0
KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .12H <sub>2</sub> O	91,0
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	89,9
Ba(OH) <sub>2</sub> .8H <sub>2</sub> O	78,0
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .9H <sub>2</sub> O	72,0
LiCH <sub>3</sub> COO.2H <sub>2</sub> O	70,0
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> .12H <sub>2</sub> O	65,0
NaOH.H <sub>2</sub> O	64,3
NaAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .10H <sub>2</sub> O	61,0
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	60,5
CH <sub>3</sub> COONa.3H <sub>2</sub> O	58,0
MgCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	58,0
MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	58,0
Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	57,0
FeCl <sub>3</sub> .2H <sub>2</sub> O	56,0
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	55,0
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .3H <sub>2</sub> O	51,0
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .5H <sub>2</sub> O	48,5
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	48,5
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .3H <sub>2</sub> O	48,0
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> .5H <sub>2</sub> O	48,0
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> .9H <sub>2</sub> O	47,0
Ca(NO <sub>3</sub> ).4H <sub>2</sub> O	47,0
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	47,0
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	45,0
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	45,0
CaI <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	42,0

MgI <sub>2</sub> .8H <sub>2</sub> O	42,0
KF.2H <sub>2</sub> O	42,0
CoSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	40,7
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .12H <sub>2</sub> O	40,0
Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	37,1
FeCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O	37,0
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	36,1
LiBr <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	34,0
CaBr <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	34,0
KFe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .12H <sub>2</sub> O	33,0
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .10H <sub>2</sub> O	32,4
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .10H <sub>2</sub> O	32,0
LiNO <sub>3</sub> .3H <sub>2</sub> O	30,0
LiNO <sub>3</sub> .2H <sub>2</sub> O	30,0
CaCl <sub>2</sub> .12H <sub>2</sub> O	29,8
FeBr <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O	27,0
Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	25,5
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .6H <sub>2</sub> O	14,0

\*T<sub>f</sub>: temperatura de fusión

- 5 En la tabla 1 se muestran combinaciones de resinas termoplásticas y de los materiales inorgánicos con cambio de fase que se pueden emplear con cada resina termoplástica para mejorar las propiedades mecánicas de la misma:

Termoplástico	T <sub>g</sub> (°C)*	PCM inorgánico	T <sub>fPCM</sub> (°C)	T <sub>g</sub> -T <sub>f</sub>
Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno	110	KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .12H <sub>2</sub> O	91,0	19,0
Poliacrilonitrilo	104	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	89,9	14,1
Poliestireno	100	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	89,9	10,1
Policloruro de vinilo	87	Ba(OH) <sub>2</sub> .8H <sub>2</sub> O	78,0	9,0
		Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .9H <sub>2</sub> O	72,0	15,0
		LiCH <sub>3</sub> COO.2H <sub>2</sub> O	70,0	17,0

Polifenileno sulfuro	85	Ba(OH) <sub>2</sub> .8H <sub>2</sub> O	78,0	7,0
		Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .9H <sub>2</sub> O	72,0	13,0
		LiCH <sub>3</sub> COO.2H <sub>2</sub> O	70,0	15,0
		Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> .12H <sub>2</sub> O	65,0	20,0
Polietileno Tereftalato	69	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> .12H <sub>2</sub> O	65,0	4,0
		NaOH.H <sub>2</sub> O	64,3	4,7
		NaAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .10H <sub>2</sub> O	61,0	8,0
		Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	60,5	8,5
		CH <sub>3</sub> COONa.3H <sub>2</sub> O	58,0	11,0
		MgCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	58,0	11,0
		MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	58,0	11,0
		Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	57,0	12,0
		FeCl <sub>3</sub> .2H <sub>2</sub> O	56,0	13,0
		Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	55,0	14,0
		Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .3H <sub>2</sub> O	51,0	18,0
Polimetilmetacrilato	60	CH <sub>3</sub> COONa.3H <sub>2</sub> O	58,0	2,0
		MgCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	58,0	2,0
		MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	58,0	2,0
		Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	57,0	3,0
		FeCl <sub>3</sub> .2H <sub>2</sub> O	56,0	4,0
		Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	55,0	5,0
		Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .3H <sub>2</sub> O	51,0	9,0
		Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .5H <sub>2</sub> O	48,5	11,5
		MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	48,5	11,5
		K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .3H <sub>2</sub> O	48,0	12,0
		Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> .5H <sub>2</sub> O	48,0	12,0
		Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> .9H <sub>2</sub> O	47,0	13,0
		Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	47,0	13,0
		Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	47,0	13,0
		Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	45,0	15,0
		K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	45,0	15,0
		CaI <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	42,0	18,0
		MgI <sub>2</sub> .8H <sub>2</sub> O	42,0	18,0
		KF.2H <sub>2</sub> O	42,0	18,0
		CoSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	40,7	19,3
		Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .12H <sub>2</sub> O	40,0	20,0
Poliamida 6.6	53	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .3H <sub>2</sub> O	51,0	2,0
		MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	48,5	4,5

		$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	48,5	4,5
		$\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	48,0	5,0
		$\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	48,0	5,0
		$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	47,0	6,0
		$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	47,0	6,0
		$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	47,0	13,0
		$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	45,0	8,0
		$\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	45,0	8,0
		$\text{CaI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	42,0	11,0
		$\text{MgI}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	42,0	11,0
		$\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	42	11,0
		$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	40,7	12,3
		$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	40,0	13,0
		$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	37,1	15,9
		$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	37,0	16,0
		$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	36,1	16,9
		$\text{LiBr}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	34,0	19,0
		$\text{CaBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	34,0	19,0
		$\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	33,0	20,0
Poliamida 11	45	$\text{CaI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	42,0	3,0
		$\text{MgI}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	42,0	3,0
		$\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	42,0	3,0
		$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	40,7	4,3
		$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	40,0	5,0
		$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	37,1	7,9
		$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	37,0	8,0
		$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	36,1	8,9
		$\text{LiBr}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	34,0	11,0
		$\text{CaBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	34,0	11,0
		$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	32,4	12,6
		$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	32,0	13,0
		$\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	33,0	12,0
		$\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	30,0	15,0
		$\text{LiNO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	30,0	15,0
		$\text{CaCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	29,8	15,2
		$\text{FeBr}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	27,0	18,0
		$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	25,5	19,5
Poliamida 6.10	40	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	37,1	2,9
		$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	37,0	3,0



	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	36,1	3,9
	LiBr <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	34,0	6,0
	CaBr <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	34,0	6,0
	KFe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	33,0	7,0
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O	32,4	7,6
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O	32,0	8,0
	LiNO <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O	30,0	10,0
	LiNO <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	30,0	10,0
	CaCl <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	29,8	10,2
	FeBr <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	27,0	13,0
	Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	25,5	14,5

\*Valor determinado a través de la técnica DSC, con un rampa de calentamiento de 10°C/min en atmósfera de nitrógeno.

- 5 En una realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es acrilonitrilo-butadieno-estirero y el material inorgánico con cambio de fase es KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O.

- 10 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es poliacrilonitrilo y el material inorgánico con cambio de fase es Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O.

- 15 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es poliestireno y el material inorgánico con cambio de fase es Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O.

- 20 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es policloruro de vinilo y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de Ba(OH)<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O, Al(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·9H<sub>2</sub>O, LiCH<sub>3</sub>COO·2H<sub>2</sub>O y cualquiera de sus mezclas, preferiblemente la resina termoplástica es policloruro de vinilo y el material inorgánico con cambio de fase es Ba(OH)<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O.

En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es polifenileno sulfuro y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al(NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiCH}_3\text{COO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas, preferiblemente la resina termoplástica es policloruro de vinilo y el material inorgánico con cambio de fase es  $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es polietileno tereftalato y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaAl(SO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe(NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ni(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , y cualquiera de sus mezclas, preferiblemente la resina termoplástica es polietileno tereftalato y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{NaAl(SO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe(NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es polimetilmetacrilato y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ni(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe(NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgI}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas, preferiblemente la resina termoplástica es polimetilmetacrilato y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es poliamida 6.6 y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe(NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgI}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,

KF.2H<sub>2</sub>O, CoSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.12H<sub>2</sub>O, Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O, FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, LiBr<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, CaBr<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, KFe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.12H<sub>2</sub>O y cualquiera de sus mezclas, preferiblemente la resina termoplástica es poliamida 6.6 y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.3H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O, Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.9H<sub>2</sub>O, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O, Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O y cualquiera de sus mezclas, más preferiblemente el material inorgánico con cambio de fase es Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O.

En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es poliamida 11 y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de CaI<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, MgI<sub>2</sub>.8H<sub>2</sub>O, KF.2H<sub>2</sub>O, CoSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.12H<sub>2</sub>O, Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O, FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, LiBr<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, CaBr<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.10H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.10H<sub>2</sub>O, KFe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.12H<sub>2</sub>O, LiNO<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O, LiNO<sub>3</sub>.2H<sub>2</sub>O, CaCl<sub>2</sub>.12H<sub>2</sub>O, FeBr<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O y cualquiera de sus mezclas, preferiblemente el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.12H<sub>2</sub>O, Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O, FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O y cualquiera de sus mezclas.

En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es poliamida 6.10 y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O, FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, LiBr<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, CaBr<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, KFe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.12H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.10H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.10H<sub>2</sub>O, LiNO<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O, LiNO<sub>3</sub>.2H<sub>2</sub>O, CaCl<sub>2</sub>.12H<sub>2</sub>O, FeBr<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O y cualquiera de sus mezclas, preferiblemente el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de LiBr<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, CaBr<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, KFe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.12H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.10H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.10H<sub>2</sub>O, LiNO<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O, LiNO<sub>3</sub>.2H<sub>2</sub>O y cualquiera de sus mezclas.

En una realización del primer aspecto de la presente invención, la pieza se selecciona de tope, bisagra, engranaje, tornillo, grapa de fijación, conector y pinza, preferiblemente la pieza es un tope en un sistema de sujeción carril-traviesa.

En una realización del primer aspecto de la presente invención, la pieza se selecciona es un tope en un sistema de sujeción carril-traviesa y la resina termoplástica es poliamida 6, poliamida 6.6 y cualquiera de sus mezclas, preferiblemente poliamida 6 reforzada con fibra de vidrio, poliamida 6.6 reforzada con fibra de vidrio, más preferiblemente reforzadas con fibra de vidrio en porcentajes del 30-35% en peso, que son las resinas aprobadas por las administraciones ferroviarias españolas.

En una realización del primer aspecto de la presente invención, la pieza tal y como se ha definido anteriormente está caracterizada porque en su matriz comprende el material inorgánico de cambio de fase. Es decir, el material inorgánico con cambio de fase se ha incluido en la propia matriz de la resina termoplástica antes del conformado de la pieza.

En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la pieza tal y como se ha definido anteriormente está caracterizada porque en su superficie comprende el material inorgánico de cambio de fase. Sorprendentemente, tal y como se ilustra en los ejemplos de la invención, se ha visto que poniendo el material inorgánico de cambio de fase en contacto superficialmente con la pieza de resina termoplástica mejora las propiedades de resistencia a la fatiga de dicha pieza. Que se consigan estas mejoras mecánicas con un contacto superficial hace muy atractivo el uso de estos materiales en combinación con resinas termoplásticas ya que el método de fabricación es simple y no requiere grandes modificaciones. Se cree que un contacto superficial mejora las propiedades mecánicas de la pieza de resina termoplástica porque se produce intercambio de calor en la superficie de contacto.

En una realización del primer aspecto de la presente invención, la resina termoplástica comprende poliamida; el material inorgánico con cambio de fase es  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; la pieza comprende el material inorgánico de cambio de fase en su superficie.

El material inorgánico de cambio de fase se puede poner en contacto superficial con la resina termoplástica en intersticios de la pieza, que pueden ser intersticios o surcos en la superficie de la pieza o en cámaras en el interior de la pieza fabricadas con tal uso. Si el material inorgánico de cambio de fase se pone en contacto con la resina termoplástica en una cámara interior de la pieza, el material inorgánico de cambio de fase quedaría sellado y aislado del medio exterior por la propia resina termoplástica. Si el material inorgánico se pone en contacto con la resina termoplástica en un surco o intersticio superficial de la pieza, dicho surco o intersticio se puede sellar posteriormente para aislar el material inorgánico de cambio de fase del medio exterior. Este sellado se puede llevar a cabo con diferentes productos según la aplicación de la pieza. Por ejemplo con vaselina y/o ácido esteárico.

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere al uso de un material inorgánico con cambio de fase para la fabricación de una pieza resistente a la fatiga conformada por una resina termoplástica.

Un tercer aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento de obtención de la pieza tal y como se ha descrito anteriormente donde el material inorgánico de cambio de fase está en su matriz que comprende las etapas de:

- mezclado de la resina termoplástica con al menos un material inorgánico con cambio de fase, donde el material inorgánico con cambio de fase está disperso en la matriz polimérica; y
- conformado de la pieza.

Este conformado se lleva a cabo con las técnicas habituales en resinas termoplásticas como termoconformado, extrusión e inyección.

En una realización del tercer aspecto de la presente invención, el procedimiento tiene además una tercera etapa de hidratado de la pieza recién conformada en la etapa anterior.

- 5 Un cuarto aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento de obtención de la pieza tal y como se ha descrito anteriormente donde el material inorgánico de cambio de fase está en la superficie que comprende las etapas de:
- conformado con la resina termoplástica de la pieza con intersticios;
  - 10 - llenado de los intersticios con al menos un material inorgánico con cambio de fase;
  - sellado de los intersticios.

15 Tal y como se ha descrito anteriormente por intersticio se entiende intersticios o surcos en la superficie de la pieza o en cámaras en el interior de la pieza. Si el material inorgánico de cambio de fase se pone en contacto con la resina termoplástica en una cámara interior de la pieza, el material inorgánico de cambio de fase quedaría sellado y aislado del medio exterior por la propia resina termoplástica. Si el material inorgánico se pone en contacto con la

20 resina termoplástica en un surco o intersticio superficial de la pieza, dicho surco o intersticio se puede sellar posteriormente para aislar el material inorgánico de cambio de fase del medio exterior.

25 En una realización del tercer y cuarto aspecto de la presente invención, la resina termoplástica se selecciona de poliamida, polioximetileno, polietileno, polipropileno, poliestireno, acrilonitrilo-butadieno-estireno, poliacrilonitriloacrilonitrilo-estireno-acrilato, policloruro de vinilo, polifenileno sulfuro, polimetilmetacrilato, policarbonatos, polietilenotereftalato, tereftalato de polibutileno, elastómeros termoplásticos y cualquiera de sus mezclas,

30 preferiblemente la resina termoplástica se selecciona de acrilonitrilo-butadieno-estireno, poliacrilonitrilo, poliestireno, policloruro de vinilo, polifenileno sulfuro, polietilenotereftalato, polimetilmetacrilato y poliamida,

más preferiblemente la resina termoplástica es poliamida, y aún más preferiblemente la resina termoplástica se selecciona de poliamida 6.6, poliamida 11 y poliamida 6.10.

- 5 En una realización del tercer y cuarto aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es poliamida reforzada con fibra de vidrio.

En una realización del tercer y cuarto aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es acrilonitrilo-butadieno-estirero y el material inorgánico con cambio de fase es  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .

10

En otra realización del tercer y cuarto aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es poliacrilonitrilo y el material inorgánico con cambio de fase es  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

15

En otra realización del tercer y cuarto aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es poliestireno y el material inorgánico con cambio de fase es  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

20 En otra realización del tercer y cuarto aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es policloruro de vinilo y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiCH}_3\text{COO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas, preferiblemente la resina termoplástica es policloruro de vinilo y el material inorgánico con cambio de fase es  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

25

En otra realización del tercer y cuarto aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es polifenileno sulfuro y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiCH}_3\text{COO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas, preferiblemente la resina termoplástica es policloruro de vinilo y el material inorgánico con cambio de fase es  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

30

En otra realización del tercer y cuarto aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es polietileno tereftalato y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  
 5  $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  y  
 cualquiera de sus mezclas, preferiblemente la resina termoplástica es  
 polietileno tereftalato y el material inorgánico con cambio de fase se  
 selecciona de  $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus  
 10 mezclas.

En otra realización del tercer y cuarto aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es polimetilmetacrilato y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  
 15  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{MgI}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus  
 mezclas, preferiblemente la resina termoplástica es polimetilmetacrilato y el  
 material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  
 20  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

En otra realización del tercer y cuarto aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es poliamida 6.6 y el material inorgánico con cambio de  
 fase se selecciona de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  
 25  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgI}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiBr}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de  
 sus mezclas, preferiblemente la resina termoplástica es poliamida 6.6 y el  
 material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  
 30  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,



$K_2HPO_4 \cdot 7H_2O$  y cualquiera de sus mezclas, más preferiblemente el material inorgánico con cambio de fase es  $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$ .

En otra realización del tercer y cuarto aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es poliamida 11 y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $CaI_2 \cdot 6H_2O$ ,  $MgI_2 \cdot 8H_2O$ ,  $KF \cdot 2H_2O$ ,  $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ ,  $Mn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ,  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ,  $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $LiBr_2 \cdot 2H_2O$ ,  $CaBr_2 \cdot 6H_2O$ ,  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ ,  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ ,  $KFe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ,  $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $LiNO_3 \cdot 3H_2O$ ,  $LiNO_3 \cdot 2H_2O$ ,  $CaCl_2 \cdot 12H_2O$ ,  $FeBr_3 \cdot 6H_2O$ ,  $Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  y cualquiera de sus mezclas, preferiblemente el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ ,  $Mn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ,  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ,  $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  y cualquiera de sus mezclas.

En otra realización del tercer y cuarto aspecto de la presente invención, la resina termoplástica es poliamida 6.10 y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $Mn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ,  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ,  $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $LiBr_2 \cdot 2H_2O$ ,  $CaBr_2 \cdot 6H_2O$ ,  $KFe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ,  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ ,  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ ,  $LiNO_3 \cdot 3H_2O$ ,  $LiNO_3 \cdot 2H_2O$ ,  $CaCl_2 \cdot 12H_2O$ ,  $FeBr_3 \cdot 6H_2O$ ,  $Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  y cualquiera de sus mezclas, preferiblemente el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $LiBr_2 \cdot 2H_2O$ ,  $CaBr_2 \cdot 6H_2O$ ,  $KFe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ,  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ ,  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ ,  $LiNO_3 \cdot 3H_2O$ ,  $LiNO_3 \cdot 2H_2O$  y cualquiera de sus mezclas.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y figuras se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

## DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

**Fig. 1.** Vista en perspectiva de la pieza del Ejemplo 1, que es un tope del sistema de sujeción carril-traviesa de las vías de tren de alta velocidad. 1: pieza de resina termoplástica, 2: material inorgánico con cambio de fase en los intersticios; L: longitud de la pieza.

**Fig. 2.** Evolución de la temperatura hasta el momento de la rotura; i: pieza de la invención; ii: pieza resina termoplástica sin material con cambio de fase.

## EJEMPLOS

A continuación se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores, que pone de manifiesto las propiedades mecánicas mejoradas de las piezas de la invención.

### Ejemplo 1. Procedimiento de obtención de una pieza de la invención

A un tope del sistema de sujeción carril-traviesa (L= 110 mm) (Fig. 1) de poliamida 6.6 reforzada con fibra de vidrio del tipo E (eléctrico) se incorporó  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en la superficie, en los intersticios (2) de la geometría de la pieza, alcanzándose una proporción de PCM en la muestra polimérica del 8% en peso.

A continuación se sellaron los surcos para garantizar una correcta estanqueidad con una masilla compuesta de sales de calcio, vaselina y ácido esteárico.

### Ejemplo 2. Comportamiento mecánico de la pieza del Ejemplo 1

En un dispositivo simulador de montaje de sujeción de vía de ferrocarril de alta velocidad, que tiene un emulador de patín de carril y soporte de traviesa,

homologado por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) para realizar este tipo de pruebas, según Especificación Técnica, E.T. 03.360.578.3 “Placas acodadas ligeras de sujeción”. 1ª edición de Mayo de 1998, se sujeta la pieza del Ejemplo 1, de manera que la pieza se somete a las mismas condiciones bajo las que se desarrolla su trabajo.

Se aplican ondas de carga de compresión sobre la pieza variables entre 5 y 55kN de naturaleza sinusoidal, a la frecuencia de 5 hertzios, con la ayuda de una máquina universal de ensayos. Una vez iniciada la prueba se mide la evolución de la deformación por acortamiento de pieza por medio de un comparador inductivo LVDT (del inglés, *Linear Variable Differential Transformer*) y se registra de forma simultánea la evolución de la temperatura de la pieza.

En la figura 2 se compara el comportamiento térmico de una pieza patrón exenta de material con cambio de fase y otra dotada de material con cambio de fase, sometidas al mismo ensayo de fatiga. Se puede apreciar que la pieza patrón (ii) rompe una vez transcurridos 35000 ciclos (1,9 horas), mientras que la pieza dotada de PCM (i) prolonga su vida útil hasta los 190000 ciclos (10,5 horas) habiendo aumentado su vida en fatiga más de un 400%. Se aprecia que una vez alcanzada la temperatura de cambio de fase del aditivo (que en el caso del  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  es 48,5 °C), éste absorbe el calor de su entorno para realizar su cambio de estado y se produce un efecto refrigerante sobre la poliamida que tiende a estabilizar la temperatura del componente, prolongando su vida útil.

## REIVINDICACIONES

- 1.-Pieza conformada por una resina termoplástica caracterizada porque:  
en su matriz y/o en su superficie comprende al menos un material inorgánico  
5 con cambio de fase; y  
la temperatura de transición vítrea de la resina termoplástica, calculada por  
DSC con una rampa de calentamiento de 10°C/min en atmósfera de nitrógeno,  
es de 2 a 20°C mayor que la temperatura de fusión del material inorgánico con  
cambio de fase.
- 10 2.- Pieza según la reivindicación anterior, donde la temperatura de transición  
vítrea de la resina termoplástica, calculada por DSC con una rampa de  
calentamiento de 10°C/min en atmósfera de nitrógeno, es de 5°C a 10°C  
mayor que la temperatura de fusión del material inorgánico con cambio de  
15 fase.
- 20 3.- La según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la resina  
termoplástica se selecciona de poliamida, polioximetileno, polietileno,  
polipropileno, poliestireno, acrilonitrilo-butadieno-estireno, poliacrilonitrilo  
acrilonitrilo-estireno-acrilato, policloruro de vinilo, polifenileno sulfuro,  
polimetilmetacrilato, policarbonatos, polietileno tereftalato, tereftalato de  
polibutileno, elastómeros termoplásticos y cualquiera de sus mezclas.
- 25 4.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el  
material inorgánico con cambio de fase es un hidrato.
- 30 5.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la  
resina termoplástica es acrilonitrilo-butadieno-estirero y el material inorgánico  
con cambio de fase es  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ .

6.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la resina termoplástica es poliacrilonitrilo y el material inorgánico con cambio de fase es  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

5 7.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la resina termoplástica es poliestireno y el material inorgánico con cambio de fase es  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

10 8.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la resina termoplástica es policloruro de vinilo y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiCH}_3\text{COO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

15 9.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la resina termoplástica es polifenileno sulfuro y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiCH}_3\text{COO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

20 10.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la resina termoplástica es polietileno tereftalato y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

25 11.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la resina termoplástica es polimetilmetacrilato y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  
30  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgI}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

- 12.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la resina termoplástica es poliamida 6.6 y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  
5  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgI}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiBr}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.
- 10 13.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la resina termoplástica es poliamida 11 y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{CaI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgI}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiBr}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  
15  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiNO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeBr}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.
- 14.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la resina termoplástica es poliamida 6.10 y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiBr}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  
20  $\text{CaBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiNO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeBr}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.
- 25 15.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la pieza se selecciona de tope, bisagra, engranaje, tornillo, grapa de fijación, conector y pinza.
- 16.- La pieza según la reivindicación anterior, donde la pieza es un tope en un  
30 sistema de sujeción carril-traviesa.

17.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque en su matriz comprende el material inorgánico de cambio de fase.

5 18.- La pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizada porque en su superficie comprende el material inorgánico de cambio de fase.

19.- Uso de un material inorgánico con cambio de fase para la fabricación de una pieza resistente a la fatiga conformada por una resina termoplástica.

10

20.- Procedimiento de obtención de la pieza según las reivindicaciones 1 a 17 que comprende las etapas de:

- mezclado de la resina termoplástica con al menos un material inorgánico con cambio de fase, donde el material inorgánico con cambio de fase está disperso en la matriz polimérica; y
- 15 - conformado de la pieza..

21.- Procedimiento de obtención de la pieza según las reivindicaciones 1 a 16 y 18 que comprende las etapas de:

- 20 - conformado con la resina termoplástica de la pieza con intersticios;
- llenado de los intersticios con al menos un material inorgánico con cambio de fase;
- sellado de los intersticios.

25 22.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 o 21 donde la resina termoplástica se selecciona de poliamida, polioximetileno, polietileno, polipropileno, poliestireno, acrilonitrilo-butadieno-estireno, poliacrilonitrilo acrilonitrilo-estireno-acrilato, policloruro de vinilo, polifenileno sulfuro, polimetilmetacrilato, policarbonatos, polietileno tereftalato, tereftalato de polibutileno, elastómeros termoplásticos y cualquiera de sus mezclas.

30

23.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 22, donde la temperatura de transición vítrea de la resina termoplástica (calculada por DSC) es de 2 a 20°C mayor que la temperatura de fusión del material inorgánico con cambio de fase.

5

24.- Procedimiento según la reivindicación anterior, donde la temperatura de transición vítrea de la resina termoplástica (calculada por DSC) es de 5°C a 10°C mayor que la temperatura de fusión del material inorgánico con cambio de fase.

10

25.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 24 donde el material inorgánico con cambio de fase es un hidrato.

15

26.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, donde la resina termoplástica es acrilonitrilo-butadieno-estirero y el material inorgánico con cambio de fase es  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ .

20

27.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, donde la resina termoplástica es poliacrilonitrilo y el material inorgánico con cambio de fase es  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ .

25

28. - Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, donde la resina termoplástica es poliestireno y el material inorgánico con cambio de fase es  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ .

30

29.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, donde la resina termoplástica es policloruro de vinilo y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$  ,  $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ,  $LiCH_3COO \cdot 2H_2O$  y cualquiera de sus mezclas.

30.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, donde la resina termoplástica es polifenileno sulfuro y el material inorgánico con cambio



de fase se selecciona de  $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al(NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiCH}_3\text{COO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

5 31.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, donde la resina termoplástica es polietileno tereftalato y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaAl(SO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe(NO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

10

32.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, donde la resina termoplástica es polimetilmetacrilato y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  
15  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe(NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgI}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

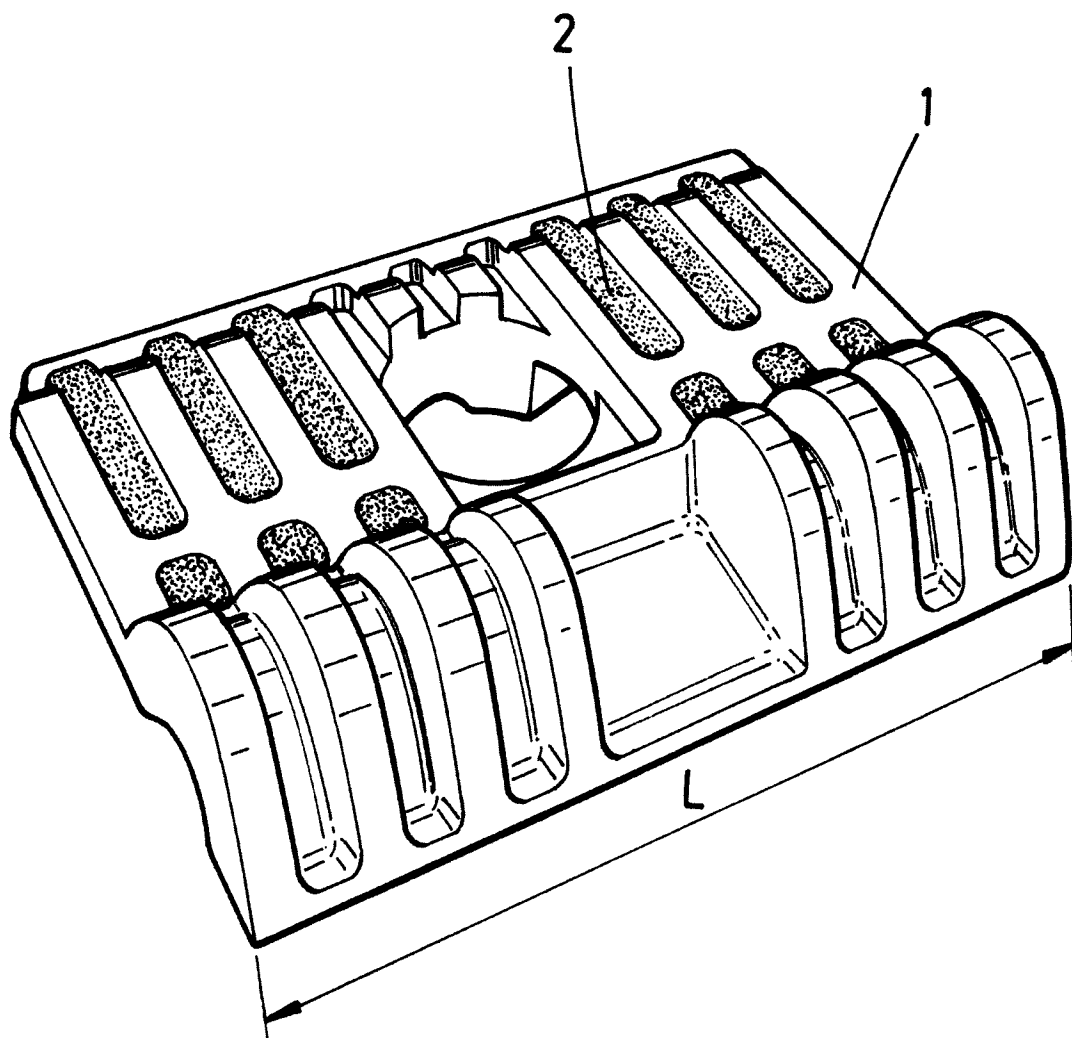
33.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, donde la  
20 resina termoplástica es poliamida 6.6 y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe(NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgI}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mn(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  
25  $\text{LiBr}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KFe(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

34.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, donde la resina termoplástica es poliamida 11 y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{CaI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgI}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  
30  $\text{Mn(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiBr}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KFe(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,

$\text{LiNO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeBr}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

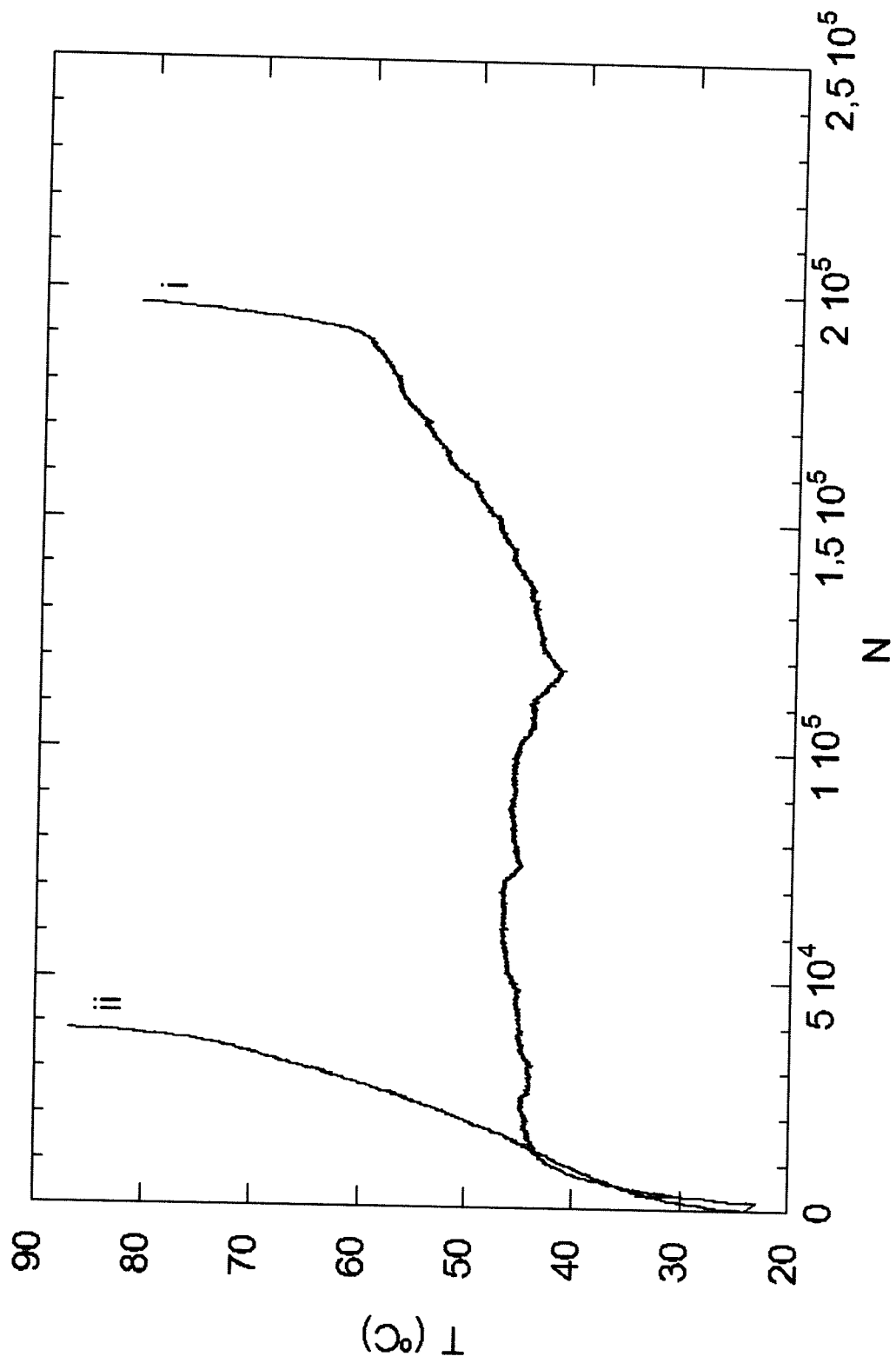
5      35.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, donde la resina termoplástica es poliamida 6.10 y el material inorgánico con cambio de fase se selecciona de  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiBr}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiNO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeBr}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y cualquiera de sus mezclas.

10



**FIG.1**

FIG.2





- ②① N.º solicitud: 201400435  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 27.05.2014  
③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2013082116 A1 (PERRAUD ERIC et al.) 04.04.2013, párrafos [0001],[0033],[0070].	1-35
A	US 3908902 A (COLLINS BENJAMIN et al.) 30.09.1975, columna 2, líneas19-53.	1-35
A	CASADO, J.A. et al. Mechanical Behavior or Recycled Reinforced Polyamide Railway Fasteners. Polymer Composites 2010, Vol. 31, N° 7, pp. 1142-1149. Ver página 1142.	1-35

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

26.09.2014

Examinador

M. C. Bautista Sanz

Página

1/4

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**C08L77/00** (2006.01)

**C08K3/10** (2006.01)

**C08K3/18** (2006.01)

**E01B3/00** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C09K, C08K, C08L, E01B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, BD texto completo (WO, EP, US, GB, CA, AU), HCAPLUS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 26.09.2014

**Declaración****Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-35  
Reivindicaciones

**SI**  
**NO**

**Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)**

Reivindicaciones 1-35  
Reivindicaciones

**SI**  
**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2013082116 A1 (PERRAUD ERIC et al.)	04.04.2013
D02	US 3908902 A (COLLINS BENJAMIN et al.)	30.09.1975
D03	CASADO, J.A. et al. Mechanical Behavior of Recycled Reinforced Polyamide Railway Fasteners. Polymer Composites 2010, Vol. 31, Nº 7, pp. 1142-1149.	2010

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El objeto de la invención es una pieza conformada a partir de una resina termoplástica con un material inorgánico con cambio de fase (hidrato de sal inorgánica), su uso en componentes resistentes a la fatiga así como el procedimiento para su preparación.

El documento D01 divulga una pieza de material compuesto de matriz termoplástica reforzada con fibras naturales para traviesas de ferrocarriles. El material termoplástico utilizado es seleccionado entre polímeros y copolímeros de etileno, propileno, butileno, policloruro de vinilo, poliamida, polímeros acrílicos, etc. El material se procesa por extrusión o inyección (párrafos [0001], [0033], [0070]).

El documento D02 divulga una pieza utilizada como traviesa de vía férrea formada por un material compuesto de resina poliéster, residuo de madera e hidrato de aluminio que se obtiene por mezclado de sus componentes y posterior colado en molde (columna 2, líneas 19-53).

El documento D03 divulga piezas conformadas a partir de poliamida reforzada con fibras de vidrio para su uso en componentes ferroviarios. Ver página 1142.

Ninguno de los documentos citados ni cualquier combinación relevante de los mismos divulga ni dirige al experto en la materia hacia una pieza de un material compuesto de matriz termoplástica que contenga un material inorgánico con cambio de fase, como el recogido en la reivindicación 1 de la solicitud, que mejore la resistencia a la fatiga de la pieza de material sometida a este tipo de solicitaciones.